การจัดกลุ่มเกษตรกรไร่อ้อยเพื่อให้ระยะทางขนส่งรวมสูงสุดต่ำที่สุด

Clustering sugar cane agriculturists to minimax the total travelling distance

นันทิกา ชัยกัณหา[1], ศุภชัย ปทุมนากุล[2]

Nantika Chaikanha , Supachai Pathumnakul

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงการจัดกลุ่มเกษตรกรไร่อ้อยโดยมีเป้าหมายของการจัดกลุ่มเพื่อให้ระยะทางขนส่งรวมในกลุ่มที่มีระยะทางสูงสุดต่ำที่สุด (Minimax total travelling distance) ซึ่งการจัดกลุ่มนี้แต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยเกษตรกรที่สามารถส่งอ้อยให้ได้ในปริมาณรวมไม่เกิน 20,000 ตันต่อวัน ในบทความนี้ได้ทำการพัฒนารูปแบบทางคณิตศาสตร์ของปัญหาการจัดกลุ่มและได้ทำการทดลองกับปัญหาหลายลักษณะเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด ปัญหาที่ทดสอบได้ดำเนินการจัดเกษตรกรเป็น 10 กลุ่มเพื่อจัดส่งอ้อยเป็นเวลา 10 วัน

Abstract

In this paper, a problem of clustering sugar cane agriculturists is addressed. The objective is to minimax total travelling distance of delivery trucks. Agriculturists are clustered into a group for delivering not more than 20,000 tons of sugar cane to factory per day. In this paper, the problem is formulated in mathematical model with an example problem to obtain optimal solution. The example problem is to cluster agriculturists into 10 groups for delivering sugar cane to factory for 10 days.

บทนำ

ในปัจจุบันระบบการจัดคิวอ้อยเป็นปัญหาสำคัญประการหนึ่งของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล อ้อยที่ส่งจากเกษตรกรไปยังโรงงานน้ำตาลนั้นกระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ และในแต่ละวันโรงงานอุตสาหกรรมจะต้องการอ้อยปริมาณหนึ่งเพื่อให้เหมาะสมกับกำลังหีบที่มีอยู่ เพื่อให้เกิดการกระจายตัวในการตัดอ้อยของเกษตรกรและเพื่อให้มีปริมาณการขนส่งที่เหมาะสมในการขนถ่ายอ้อยเข้าสู่โรงงานในแต่ละวัน การจัดกลุ่มเกษตรกรที่จะส่งอ้อยเข้าโรงงานในแต่ละวันสามารถที่จะกำหนดโดยการคิดจากระยะทางการขนส่งทั้งหมดของกลุ่มเกษตรกรในแต่ละวัน ถ้าสามารถที่จะจัดกลุ่มโดยให้แต่ละกลุ่มมีระยะทางการขนส่งรวมไม่ต่างกันมากนักจะช่วยให้เกิดการกระจายตัวของเกษตรกรในการตัดอ้อยเข้าโรงงานในแต่ละวัน ในบทความนี้ได้ทำการจัดกลุ่มเกษตรกรโดยการกำหนดเป้าหมายให้ระยะทางการขนส่งรวมในวันที่สูงสุดต่ำที่สุด ซึ่งจะช่วยให้การกระจายตัวของเกษตรกรในพื้นที่ต่างๆ ดีขึ้น โดยตั้งสมมติฐานว่าการจัดกลุ่มนี้จะไม่คำนึงถึงพันธ์อ้อย จำนวนรถบรรทุกที่มีอยู่ในระบบและปริมาณแรงงานที่จะใช้ในการตัดอ้อย

ปัญหาการจัดกลุ่มได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น งานวิจัยของ Chiun-Ming (Chiun-Ming, L. 1999) ได้พัฒนา A zero-one integer programming model สำหรับอุตสาหกรรมการขนส่งซึ่งได้จัดกลุ่มสินค้าในศูนย์กระจายสินค้าโดยจัดวางสินค้าเป็นกลุ่มในช่องตามชั้นวางของและจัดกลุ่มสินค้าตามลำดับการส่งมอบ ในปี ค.ศ. 2002 Noriko และ

---

[1] นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Graduate Student , Department of Industrial Engineering , Faculty of Engineering, Khon Kean University, 40002

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Assistant Professor , Department of Industrial Engineering , Faculty of Engineering, Khon Kean University, 40002

Yoshiyasu (Noriko, Y. and Yoshiyasu, T. 2002) ได้เสนอวิธีการจัดกลุ่มที่พัฒนาขึ้นมาใหม่เพื่อใช้ในการจัดเส้นทางเดินรถ (Vehicle routing problem) ที่เหมาะสมเพื่อส่งสินค้าให้กับลูกค้าซึ่งมีเป้าหมายการจัดกลุ่มลูกค้าเพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งต่ำที่สุดโดยอาศัยหลักการของวิธี Self-organization mapping ร่วมกับ Maximum neuron model

ในบทความนี้ได้นำเสนอวิธีการจัดกลุ่มเกษตรกรไร่อ้อยโดยมีเป้าหมายของการจัดกลุ่มเพื่อให้ระยะทางขนส่งรวมในกลุ่มที่มีระยะทางสูงสุดต่ำที่สุด (Minimax total travelling distance) โดยการพัฒนารูปแบบทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดกลุ่มนี้แต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยเกษตรกรที่สามารถส่งอ้อยให้ได้ในปริมาณรวมทั้งหมด 20,000 ตันต่อวัน ปัญหาที่ทดสอบได้ดำเนินการจัดเกษตรกรเป็น 10 กลุ่มเพื่อจัดส่งอ้อยเป็นเวลา 10 วัน และทำการหาคำตอบโดยใช้โปรแกรม LINDO เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ปัญหาการจัดกลุ่มเกษตรกรไร่อ้อยโดยมีเป้าหมายของการจัดกลุ่มเพื่อให้ระยะทางขนส่งรวมในกลุ่มที่มีระยะทางสูงสุดต่ำที่สุด (Minimax total travelling distance) สามารถจำลองในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

Objective Function

$$Min \quad D_{\max} \tag{1}$$

Subject To

$$D_c <= D_{\max} \qquad for \ \forall c \tag{2}$$

$$D_c = \sum_{i=1}^{N} d_i N_{ci} \qquad for \ \forall c \tag{3}$$

$$N_{ci} = 5v_{ci} \qquad for \ \forall c \tag{4}$$

$$100 \sum_{i=1}^{N} v_{ci} \leq 20{,}000 \qquad for \ \forall c \tag{5}$$

$$100 \sum_{i=1}^{N} v_{ci} \geq 19{,}500 \qquad for \ \forall c \tag{6}$$

$$100 \sum_{c=1}^{C} v_{ci} \leq V_i \qquad for \ \forall i \tag{7}$$

โดยที่

c : จำนวนของกลุ่ม (กลุ่มที่ 1 ส่งอ้อยในวันที่ 1) ($c = 1,...,C$)

i : จำนวนของเกษตรกร ($i = 1,...,N$)

D_c : ระยะทางรวมของกลุ่มที่ c (กิโลเมตร)

V_i : ปริมาณอ้อยทั้งหมดของเกษตรกร i (ตัน)

d_i : ระยะทางขนส่งของเกษตรกร i (กิโลเมตร)

v_{ci} : ปริมาณอ้อยเป็น lot (1 lot = 100 ตัน) ของเกษตรกร i ที่ถูกจัดเข้าไว้ในกลุ่ม c

N_{ci} : จำนวนเที่ยวรถของเกษตรกร i ที่ถูกจัดเข้าไว้ในกลุ่ม c

สมการที่ (1) คือสมการเป้าหมายเพื่อให้การจัดกลุ่มมีระยะทางขนส่งรวมในกลุ่มที่มีระยะทางสูงสุดต่ำที่สุด (Minimax total travelling distance) สมการที่ (2) เป็นสมการที่ใช้หาระยะทางขนส่งรวมในกลุ่มที่มีระยะทางสูงสุด หรืออีกนัยหนึ่งคือ ระยะทางขนส่งรวมในแต่ละกลุ่มจะมีค่าเท่ากับหรือไม่เกินระยะทางขนส่งรวมที่สูงสุด สมการที่ (3) เป็นสมการที่กำหนดว่าระยะทางขนส่งรวมในแต่ละกลุ่มเท่ากับผลรวมของระยะทางขนส่งของเกษตรกร i คูณกับจำนวนเที่ยวของรถบรรทุกที่ใช้ขนอ้อยในแต่ละวัน สมการที่ (4) เป็นสมการที่กำหนดว่าจำนวนเที่ยวในการวิ่งรถบรรทุกของเกษตรกร i ในวันที่ c (กลุ่มที่ c ส่งอ้อยในวันที่ c) เท่ากับ 5 คูณด้วยปริมาณอ้อยเป็น lot ของเกษตรกร i ที่ถูกจัดเข้าไว้ในกลุ่ม c (5 มาจาก 1 lot เท่ากับ 100 ตันหารด้วย 20 ตันซึ่งเป็นปริมาณความจุของรถบรรทุกคันหนึ่ง หรือ $\frac{100}{20} = 5$) สมการที่ (5) เป็นสมการที่กำหนดว่าปริมาณอ้อยที่จัดส่งในแต่ละวันจะต้องไม่เกิน 20,000 ตันซึ่งเป็นปริมาณที่โรงงานสามารถรองรับได้ สมการที่ (6) เป็นสมการที่กำหนดว่าปริมาณอ้อยที่จัดส่งในแต่ละวันจะต้องไม่น้อยกว่า 19,500 ตันซึ่งทำให้มีการจัดส่งอ้อยในระดับที่สม่ำเสมอทุกวัน สมการที่ (7) เป็นสมการที่กำหนดว่าปริมาณอ้อยรวมของเกษตรกร i ที่ถูกจัดเข้าไว้ในทุกกลุ่ม c จะต้องมีไม่เกินปริมาณอ้อยทั้งหมดที่มีอยู่ของเกษตรกร i

ตัวอย่างของปัญหาที่ใช้ทดสอบ

โรงงานน้ำตาลแห่งหนึ่งมีเกษตรกรที่ส่งอ้อยให้โรงงาน 40 คน ซึ่งปริมาณอ้อยทั้งหมดและระยะทางขนส่งของเกษตรกรแสดงได้ดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณอ้อยทั้งหมดและระยะทางขนส่งของเกษตรกร

ลำดับที่	ชื่อเกษตรกร	ปริมาณอ้อย (ตัน)	ระยะทางขนส่ง (กม.)	ลำดับที่	ชื่อเกษตรกร	ปริมาณอ้อย (ตัน)	ระยะทางขนส่ง (กม.)
1	A	8,000	80	21	U	4,000	50
2	B	5,000	50	22	V	2,000	10
3	C	8,000	40	23	W	7,000	15
4	D	4,000	30	24	X	4,000	40
5	E	5,000	50	25	Y	8,000	10
6	F	8,000	15	26	Z	5,000	30
7	G	2,000	80	27	AA	2,000	20
8	H	2,000	10	28	AB	1,000	50
9	I	5,000	60	29	AC	5,000	45
10	J	3,000	20	30	AD	7,000	80
11	K	4,000	10	31	AE	4,000	30
12	L	8,000	15	32	AF	3,000	50
13	M	6,000	80	33	AG	5,000	25
14	N	7,000	40	34	AH	4,000	10
15	O	5,000	50	35	AI	4,000	20

16	P	8,000	70	36	AJ	3,000	30
17	Q	6,000	35	37	AK	2,000	60
18	R	7,000	30	38	AL	5,000	40
19	S	5,000	50	39	AM	7,000	20
20	T	8,000	45	40	AN	2,000	70

ตัวอย่างของปัญหาที่ทดสอบประกอบด้วยเกษตรกรทั้งหมด 40 คน ซึ่งทางโรงงานต้องการจัดตารางการตัดอ้อยให้กับเกษตรกรเพื่อส่งอ้อยให้กับโรงงานเป็นเวลา 10 วัน โดยกลุ่มที่ 1 จะจัดส่งอ้อยในวันที่ 1, กลุ่มที่ 2 จะจัดส่งในวันที่ 2 ตามลำดับรวมทั้งสิ้น 10 วัน ดังนั้นจึงดำเนินการจัดกลุ่มเกษตรกรเป็น 10 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งๆ จะประกอบด้วยเกษตรกรที่ไม่จำกัดจำนวนแต่ต้องมีปริมาณอ้อยที่จะส่งให้กับโรงงานรวมกันแล้วต้องไม่น้อยกว่า 18,000 ตันและไม่มากกว่า 20,000 ตันและเกษตรกรหนึ่งคนอาจจะถูกจัดเข้าไว้ในหลายกลุ่มได้ ปัญหาที่ทดสอบนี้ได้ถูกนำมาหาคำตอบที่ดีที่สุดโดยใช้โปรแกรม LINDO ซึ่งปัญหานี้เป็นปัญหาสมการเส้นตรง (Linear programming) ใช้เวลาในการคำนวณทั้งสิ้น 0.2 วินาที ผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหานี้ได้ระยะทางขนส่งรวมสูงสุดต่ำที่สุดเท่ากับ 37,775 กิโลเมตรและผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมสามารถสรุปการจัดกลุ่มเกษตรกรไร่อ้อยได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สรุปการจัดกลุ่มเกษตรกรไร่อ้อย

กลุ่ม	เกษตรกร	ปริมาณอ้อย (100 ตัน)	ปริมาณอ้อยรวม (100 ตัน)	ระยะทางขนส่งรวม (กม.)
1	E	50.00		
	W	31.29		
	AB	10.00		
	AF	23.71		
	AJ	30.00		
	AL	50.00	195.00	37,774.95
2	C	6.47		
	H	20.00		
	P	35.53		
	R	14.29		
	T	80.00		
	W	38.71	195.00	37,775.09
3	F	12.40		
	O	60.00		
	S	50.00		
	U	29.55		
	Z	43.05	195.00	37,774.70
4	C	73.53		
	O	50.00		
	V	20.00		
	X	36.97		
	AE	14.50	195.00	37,775.00
5	B	50.00		
	L	45.02		
	X	3.03		
	Z	6.95		
	AA	20.00		
	AC	50.00		
	AN	20.00	195.00	37,775.00

ตารางที่ 2 สรุปการจัดกลุ่มเกษตรกรไร่อ้อย (ต่อ)

กลุ่ม	เกษตรกร	ปริมาณอ้อย (100 ตัน)	ปริมาณอ้อยรวม (100 ตัน)	ระยะทางขนส่งรวม (กม.)
6	L	2.62		
	M	56.88		
	AE	25.50		
	AI	40.00		
	AM	70.00	195.00	37,774.80
7	A	53.12		
	J	30.00		
	N	19.56		
	Y	72.32		
	AK	20.00	195.00	37,774.40
8	G	20.00		
	I	11.92		
	K	40.00		
	L	27.88		
	P	44.47		
	AD	0.73		
	AG	50.00	195.00	37,774.70
9	D	40.00		
	I	38.08		
	L	4.49		
	N	50.44		
	R	55.71		
	AF	6.28	195.00	37,774.75
10	F	67.60		
	U	10.45		
	Y	7.68		
	AD	69.27		
	AH	40.00	195.00	37,774.90

สรุปและวิจารณ์

ในการแก้ปัญหาการจัดกลุ่มเกษตรกรเพื่อให้เกิดการกระจายตัวของเกษตรกรที่เหมาะสมและให้ได้ปริมาณอ้อยที่ส่งเข้าโรงงานอย่างเหมาะสมนั้น สามารถจัดทำได้โดยการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ที่มีสมการเป้าหมายที่ให้ระยะทางการขนส่งรวมสูงสุดในแต่ละวันต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่การกำหนด สมการเป้าหมายดังกล่าวนั้นจะมีจุดด้อยในการที่คำตอบจะเป็นปริมาณการส่งที่เป็นปริมาณต่ำสุดที่จะเป็นไปได้ เช่น ในปัญหา ตัวอย่าง กลุ่มเกษตรกรจะถูกจัดส่งอ้อยเข้าโรงงานเพียง 19,500 ตัน/วัน เพราะต้องการให้มีระยะทางการขนส่งรวมต่ำ ซึ่งอาจจะไม่เป็นที่พึงพอใจของโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการอ้อยเข้าโรงงานในปริมาณที่เข้าใกล้กำลังการผลิตสูงสุดของโรงงาน นอกจากนี้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอนี้ไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยสำคัญอื่นๆ ที่มีผลกระทบต่อการจัดกลุ่มเกษตรกร เช่น จำนวนแรงงาน จำนวนรถบรรทุก พันธ์อ้อย ความพร้อมในการตัดอ้อยของเกษตรกรแต่ละราย แต่อย่างไรก็ตาม รูปแบบทางคณิตศาสตร์ในบทความนี้สามารถที่จะพัฒนาโดยการคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ เพิ่มขึ้นเพื่อให้เข้าใกล้ปัญหาจริงของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล และยังสามารถนำไปใช้ในการเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจการจัดกลุ่มเกษตรกรได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งได้รับการสนับสนุนเงินทุนวิจัยจากศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

Chiun-Ming, L. 1999, ***"Clustering techniques for stock location and order-picking in a distribution center"*** Computers & Operations Research vol. 26 pp.989-1002.

Fabio, G. and Maria, R.S. 1994, ***"Clustering factor estimation for totally clustered attributes"*** Data & Knowledge Engineering vol. 14 pp.251-264.

Jain, A.K., Murty, M.N. and Flynn, P.J. 1999, ***"Data Clustering: A Review"*** ACM Computing Surveys vol. 31 no. 3.

Noriko, Y. and Yoshiyasu, T. 2002, ***"Solving vehicle routing problems by maximum neuron model"*** Advanced Engineering Informatics vol. 16 pp.99-105.